不同媒介阅读效果差异的作用机制探究*

■ 段朝辉 洪建中 王福兴

华中师范大学心理学院 武汉 430079

摘要:[**目的/意义**]为更好地传播知识,提升阅读效果,研究针对电子阅读与纸质阅读的效果差异,以实验的形式探究影响媒介阅读效果的作用机制。[**方法/过程**]通过实验,比较学习者在高背景信息水平的纸质阅读(P-book)条件、中等背景信息水平的 iReader 电子阅读条件和低背景信息水平的 Word 电子阅读条件下的不同阅读效果。[**结果/结论**]结果发现:P-book 条件下,学习者在迁移测验、认知负荷、阅读速度、视角疲劳程度上的表现都要显著好于 Word 条件,在迁移测验上也显著好于 iReader 组。iReader 组在阅读速度和认知负荷上显著好于 Word 组。得出结论:阅读效果同时受阅读媒介和阅读环境中的背景信息标记的影响。纸质阅读环境中的背景信息标记,能够缓解视觉疲劳,降低认知负荷,提高阅读阅读速度;但是阅读效果中的知识理解却更容易受阅读媒介的影响,纸质媒体更利用于知识的理解。

关键词:纸质阅读 电子阅读 阅读媒介 认知地图 理解迁移

分类号:G442

DOI:10.13266/j.issn.0252-3116.2018.12.009

1 引言

随着网络等电子媒体的兴起、文字电子化的推广与普及,电子阅读在人们生活中的位置也越来越重要。早在几十年前就有研究者预期,随着掌上电脑(PDA)、电子阅读器(如 Kindle)和手机等数字屏幕的出现和普及,电子阅读很有可能会最终取代纸质阅读[1]。但是至今人们工作、学习、生活中都还保留着纸质阅读习惯。纸质文本和电子文本的阅读效果之间究竟有什么差别? 是什么影响着纸质阅读和电子阅读之间的阅读效果差异呢? 为此,本研究以实验的形式对此进行了研究与探讨。

1.1 电子阅读与纸质阅读的比较研究

已有关于电子文本与纸质文本的比较研究主要关注阅读者在以下 4 个方面的差别:记忆的保持效果、记忆的迁移效果、阅读速度和视觉疲劳程度。

基于阅读记忆的保持测验结果显示电子阅读和纸质阅读两者之间没有差别[1-4]。测量记忆保持效果的方法,一般采用多选题测验和再认测验[5]。P. Muter 等分别让被试在电子屏幕与书本上阅读小说,在不准回翻的阅读情况下,每阅读 1 个小时就对小说的相关内容进行 25 道多选题测验,结果发现两者没有差异[2,6]。P. C. Chang 等[1]选取无先前知识经验的被试,让其在不同照度、分辨率的电子阅读器上阅读与地震有关的资料,并与纸质书本进行比较,结果也发现当对知识内容进行辨认时两者之间的正确率无差异。

考虑到学习的最终目的是为了学以致用,还需采用理解测验来考察知识在具体情境中的应用,即记忆的迁移效果[7]。但是已有关于电子阅读与纸质阅读在理解测验上的结论却存在不一致。有研究者以中学生为被试,让其分别在计算机和纸质文本上进行学习,阅读理解测验结果发现使用纸质文本进行阅读的同学能更好地进行阅读理解和归纳总结[8]。但是也有研究者以大学生和老年人为被试发现,电子阅读和纸质阅读在理解测验上的结果没有差别[9]。

阅读速度(reading speed)作为阅读效果的指标之一,相关的研究结果也显示电子阅读的阅读速度要慢于纸质阅读[10-11]。具体而言:同样的阅读内容,采用电子媒体进行阅读时的阅读速度要比采用纸质书本慢 20% -30%[10-11];即使是进行快速阅读(skimming,以

* 本文系国家"十二五"规划课题"在线教学视频个性化应用模式研究"(项目编号:BBA150048)研究成果之一。

作者简介:段朝辉(ORCID:0000-0002-9775-3214),博士研究生;洪建中(ORCID:0000-0003-1764-4681),教授,博士生导师,通讯作者,E-mail:jhong@mail.ccnu.edu.cn;王福兴(ORCID:0000-0003-3373-7095),副教授,博士。

收稿日期:2018-01-09 修回日期:2018-03-14 本文起止页码:65-71 本文责任编辑:易飞

3-4倍正常阅读的速度进行文章的大概内容阅读的方式），电子阅读也仍然比纸质阅读慢41%[2]。阅读疲劳度（visual fatigue）上有关的阅读媒介比较研究也发现：相同阅读任务条件下，相比于纸质阅读者，电子阅读者会更容易眼睛酸涩而产生视觉疲劳[1,12]。

1.2 理论基础

由上可知，已有关于电子阅读与纸质阅读的比较研究[4,11]发现：在阅读速度、阅读疲劳程度以及记忆保持效果上的结论都比较一致，即：纸质阅读会比电子阅读的阅读速度更快、视觉疲劳程度更低、喜爱程度更高，而阅读记忆的保持效果之间却没有差别。但是在阅读理解的迁移效果上却发现纸质阅读比电子阅读的效果更好，或者两者之间没有差别[8-9]。那为何在纸质媒介上与电子媒介上的阅读效果会出现不一致的结果呢？对于此现象，相关的理论主要有阅读媒介机制和认知地图机制。

阅读媒介机制主要从阅读媒介本身所具有的属性来对此进行阐述[3,13]。在电子阅读条件下，人们不仅需要加工电子文本信息，还需要操作鼠标等工具，因此加工电子文本所需的外部认知负荷更高；如此一来，在同样的学习任务、同等工作负荷容量的前提下，学习者所能用来进行文本加工的工作记忆资源就更少，学习者进行电子阅读时的阅读记忆等效果就会更差[3]。除此之外，电子阅读中高亮度的电子屏幕也是造成额外认知负荷的原因之一，特别是对于眼睛而言，很容易造成生理上的视觉疲劳[13]。而纸质阅读则不存在电子阅读中的这些问题，阅读环境比较自然，也符合大家的阅读习惯。

认知地图（cognitive map）机制认为人们大脑中构建的认知地图与现实环境中物体的空间位置分布非常相似[14]。现实地图中目标物体有关的地标、路线越多，寻找目标物体的难度就越小；同理，认知地图中有关知识的背景线索、标志越多，则对知识的记忆和检索效果就会越好[15]。在阅读中，相较于电子书本，纸质印刷书本因为有更多的背景信息，如：翻开的书本有八个角、前后页、可看到章节的起始页、可视的书本厚度、可触的纸张、页码等。这些背景信息，会在阅读时一起进入大脑参与心理表征的构建，帮助学习者构建认知图式，因此学习者在使用纸质书本后会有一个更好的阅读体验和阅读效果[16-17]。而电子阅读条件下，书本每一页的空间背景信息几乎都一致，且包含超链接等干扰内容，让学习者很难对来自不同页码的知识进行空间定位，认知地图中可识别和使用的线索标志比较少，因此学习者记忆和检索时的认知负荷也会比较大[18]。

1.3 研究假设

为了更好地揭示媒介阅读中两种理论的作用机制，研究设计了纸质阅读（简称P-book）、Word电子阅读和iReader电子阅读3个条件。其中P-book组采用传统印刷书本的形式进行控制，包含的信息标记有：8个页角、页码、可视化阅读进程、可视化翻页和手部触感（能感知纸张厚度和阅读进度）。iReader组采用仿真模拟印刷书本阅读环境的iReader阅读软件进行操作，该组除了不能接触到印刷纸张，其他的标记与P-book组都一样。Word组则在Word软件中进行阅读，相对于iReader组而言，其设置去掉了4个页角（单页阅读）、无页码、无可视化翻页、无可视化厚度，但是有基本的相对阅读进程示意图，这也是现实生活中大家常见的阅读习惯。在3个阅读条件中，就阅读环境中包含的信息标记数量而言，P-book背景信息水平最高，iReader的背景信息水平居中，而Word的背景信息水平最低。

若阅读媒介视角正确，那么相比于纸质P-book阅读条件，学习者在电子阅读条件Word组和iReader组下的记忆保持效果和迁移效果将会更差，视觉疲劳程度将会更高，阅读速度也会更慢；但是在两个电子阅读条件下的阅读效果却不会有显著差别（假设1）。

若认知地图视角正确，那么具有更多背景信息标记的阅读条件的记忆保持效果和迁移效果就会更好，视觉疲劳程度将会更低，阅读速度也会更快，呈现出P-book > iReader > Word的方向趋势（假设2）。

2 方法

2.1 被试与设计

实验为单因素三水平的被试间实验。3个阅读条件分别为：高背景信息水平的纸质阅读P-book组、中等信息水平的电子阅读iReader组、低背景信息水平的电子阅读Word组。各组包含的具体标记信息说明参见1.3研究假设部分。3个阅读条件的具体实验处理见图1。

被试招募采用有偿招募与学分给予的形式，在某大学通过方便抽样的方式进行，正式实验有效被试为76名具有电子阅读经验的在校大学生。将被试学生随机分配到3组中，其中P-book组25人（男4人），平均年龄20.16岁（$SD=1.95$）；Word组25人（男2人），平均年龄20.16岁（$SD=2.13$）；iReader组26人（男3

段朝辉，洪建中，王福兴. 不同媒介阅读效果差异的作用机制探究[J]. 图书情报工作,2018,62(12):65－71.

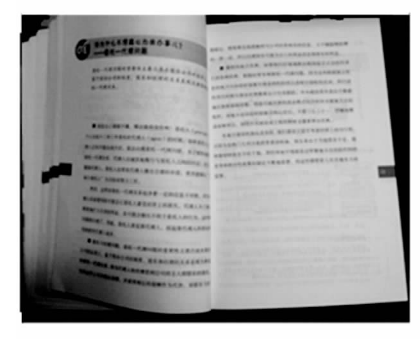




图1　3个阅读条件的实验处理截图

注:左为P-book阅读条件,中为iReader阅读条件,右为Word阅读条件

人),平均年龄20.27岁($SD=2.24$)。

考虑到测验的环境与学习环境的不一致性可能会影响测验结果[19],电子阅读组所对应的前、后测问卷都是以电子文本的形式呈现,而书本阅读组所对应的前、后测问卷都以纸质文本的形式呈现。

2.2　材料

阅读材料借鉴前人研究[20],采用简单易懂且与生活息息相关的经济学知识。由于是长篇阅读,耗时较长(注:预实验中被试花费时间至少为半小时),所以也尽量保证阅读内容的趣味性。阅读内容选自《趣味经济学》[21]。实验中的阅读内容为该书封面到第一章结尾之间的内容,第一章中有13个小节,共58页。

前测问卷,由研究者所在课题组编制,包含年龄、性别和经济学知识前测问卷。研究中前测知识问卷主要仿照前人研究[22]中的前测问卷设计方式进行编制,共8道题,每题分为5个维度,其中1表示"很少",计1分,5表示"很多",计5分,满分共40分已有研究发现,领域内知识经验会影响阅读效果[23]。因此为了防止先前知识经验对阅读效果的影响,按照前人研究[22, 24]中70%的筛选标准,所有参加实验的被试得分均未超过28分,均为低先前知识经验被试。

后测问卷包含4道保持测验和4道迁移测验,其编制均参考前人有关研究[22,25]。其中保持测验采用的测验形式为选择题,答案均可在阅读材料中直接找到,满分共8分。迁移测验的形式为简答题,其编制参考该科目的试题材料均为发散性灵活应用的题目,满分共8分。后测问卷由2名经过训练的评分者评定,经过Pearson相关处理后发现,两人保持测验的一致性系数为0.96($p<0.001$),迁移测验的一致性系数为0.93($p<0.001$),最后用于分析的问卷得分采用2人的平均值。

视觉疲劳度评定量表采用主观评定的问卷形式,但是又在P. C. Chang等[1]使用的量表基础上进行了修改。具体包括6道题:我看东西很困难;我觉得眼睛周围有异样的感觉;我眼睛很累;我觉得我眼睛已经麻木了;我感觉头很疼;我看见屏幕就头晕。每题采用likert 7点制评分,其中1表示"一点也不",7表示"是的,非常强烈"。选1得0分,选7得6分,满分36分。

认知负荷评定量表,通过评定阅读与问卷填写过程中的内容难度与任务完成努力度,来估算完成任务的认知负荷[26－27],主要包括4道题:阅读内容难度评定、阅读完成的努力程度评定、问卷内容难度评定和问卷完成的努力程度评定[28]。每题都采用likert 7点评分,其中1表示"非常轻松或非常简单",计0分;7表示"非常努力或非常困难",计6分。

2.3　仪器与程序

电子阅读组都是在Dell台式计算机上进行,其中Word组在Microsoft word 2010版软件中进行,iReader组在iReader阅读软件中进行。P-book组则直接阅读印刷书本。阅读过程中均采用秒表进行时间记录。

实验程序包括6个阶段:①首先通过前测问卷进行被试筛选,然后随机分配到不同条件阅读组。②指导语讲解及开始正式实验。告知被试的阅读任务是从封面开始阅读完第一章,并告知其具体的书本起始的位置。被试从前往后阅读,不能做笔记。阅读过程没有时间限制,但是主试会记录下被试的阅读时间。在被试确认完全理解指导语后,开始正式阅读。③阅读完成后,被试需要完成50道100以内数字减7的题目,作为记忆干扰任务。整个过程大概3至5分钟。④完成主观评定测验,依次顺序为:阅读内容难度评定、阅读完成的努力程度评定、视觉疲劳度评定、继续阅读倾向评定。⑤完成保持测验和迁移测验。⑥最后完成问卷内容难度评定和问卷努力程度评定。

3　结果

实验中各因变量指标均采用单因素方差分析法，若主效应显著则会使用 LSD 事后检验法进行两两比较，具体得分如表 1 所示：

表 1　实验各问卷具体数据

测量值	P-book		Word		iReader		$F(2, 73)$	η_p^2
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*		
前测知识得分	17.36	4.08	16.32	4.01	16.03	4.56	0.68	0.02
阅读时长(min)	29.43	11.80	35.60	13.18	29.32	9.72	2.40#	0.06
视觉疲劳度	6.16	5.11	13.36	8.18	9.50	7.19	6.72**	0.16
认知负荷	-1.16	2.11	1.47	2.95	-0.24	2.21	7.43**	0.17
保持测验	3.54	1.74	4.67	1.83	3.76	1.70	3.03#	0.08
迁移测验	5.22	1.37	4.16	1.50	4.41	1.34	3.88*	0.10
保持测验a	3.57	0.35	4.61	0.36	3.81	0.35	2.21	0.06
迁移测验a	5.18	0.28	4.21	0.29	4.41	0.28	3.24*	0.08

注：a 为阅读时长和性别为协变量的条件，此时误差的自由度为 71；* $p<0.05$，** $p<0.01$，# 边缘显著

在前测问卷上，不同阅读条件的前测知识问卷得分差异不显著。由此说明实验后测测验结果均不受个体前测知识的影响。

在阅读时间上，阅读条件主效应边缘显著（$p=0.098$），两两比较后发现：Word 组阅读时间显著（注：边缘显著）长于 P-book 组（$p=0.065$）和 iReader 组（$p=0.058$），但 P-book 组和 iReader 组之间差异不显著。

在保持测验上，阅读条件主效应边缘显著（$p=0.054$），两两比较后发现：Word 组的保持测验成绩显著高于 P-book 组，但 P-book 组和 iReader 组之间以及 Word 组和 iReader 组之间差异均不显著。考虑到阅读时长和性别可能会影响后测成绩，将阅读时长和性别作为协变量再对保持测验成绩进行方差分析，发现此时 3 种阅读条件在保持测验上差异不显著。由此可见，阅读时长是造成 Word 组保持测验成绩较高的原因。

在迁移测验上，阅读条件主效应显著，两两比较后发现：P-book 组的迁移测验成绩显著高于 iReader 组和 Word 组，iReader 组迁移成绩虽然也高于 Word 组，但是两者之间差异不显著。将阅读时长和性别作为协变量再对保持测验成绩进行方差分析后，发现 P-book 组仍然显著高于 Word 组。

由于阅读努力程度、阅读任务难度、问卷努力程度和问卷任务难度都是认知负荷的构成元素，实验把 4 个元素转换成标准 Z 值后再相加，使其构成一个新的变量——认知负荷。结果发现，阅读条件主效应显著，两两比较后发现：Word 组的认知负荷显著高于 iReader 组和 P-book 组，但 P-book 组和 iReader 组之间差异不显著。

阅读条件在视觉疲劳度上的主效应也显著，两两比较后发现：Word 组视觉疲劳度显著高于 P-book 组，但 P-book 组和 iReader 组之间差异不显著。

4　讨论

研究基于阅读媒介与认知地图机制，通过比较高背景信息水平的 P-book 纸质阅读条件、中等背景信息水平的 iReader 电子阅读条件和低背景信息水平的 Word 电子阅读条件，来探究媒介阅读中的作用机制。结果发现，P-book 组的学习者在迁移测验、认知负荷、阅读速度、视觉疲劳程度上的表现都要显著好于 Word 组，在迁移测验上也显著好于 iReader 组。iReader 组在迁移测验、认知负荷、阅读速度、视觉疲劳程度上的表现也要好于 Word 条件，但是很可惜只在阅读速度、认知负荷上达到了差异显著。结论认为：阅读效果同时受阅读媒介和阅读环境中的背景信息标记的影响。纸质阅读环境中的背景信息标记，能够缓解视觉疲劳，降低认知负荷，提高阅读速度；但是阅读效果中的知识理解却更容易受阅读媒介的影响，纸质媒体更利用于知识的理解。

本研究发现，纸质阅读在迁移测验、认知负荷、阅读速度、视觉疲劳程度上的表现都要好于 Word 电子阅读，在迁移测验上也显著好于类似纸质书本的 iReader 组，但是 Word 组与 iReader 组之间在迁移测验之间却没有差别。阅读媒介机制在记忆的迁移效果上被证实。这也与前人有关纸质阅读与电子阅读的比较研究结论是一致的，即纸质阅读上的阅读理解成绩会更好[8]。由此可知，在电子屏幕中进行阅读确实会损害阅读者对知识的理解记忆[29]。由活动理论可知，环境

段朝辉，洪建中，王福兴．不同媒介阅读效果差异的作用机制探究[J]．图书情报工作,2018,62(12):65－71.

中工具的使用会影响认知社会化以及社会认知技能的习得[30]。电子阅读环境中电子屏幕和鼠标等电子工具的使用,可能会影响阅读的认知加工[31]。如 Word 中的工具栏、超链接、滚动条等辅助阅读工具的出现和使用,也会加重学习者的认知负荷,造成注意的干扰,损害对知识的理解加工[32]。

虽然认知地图在记忆的迁移效果上没有被证实,但是由于在本研究中,iReader 条件和 P-book 条件在标记水平上还是相差一个手部触摸纸张的线索。因此我们推测,阅读理解中心理地图的构建在很大程度上与手部感官和动作,特别是与触感有关。L. Fortunati 和 J. Vincent[33]通过质性分析的方法探索大学生在纸质阅读和电子阅读中的行为,结果也发现学生在进行纸质阅读时确实会有更多的感官体验(multi-sensorial)和元沟通感(meta-communicative)。纸质阅读中的手动翻页和手动书写行为也比电子阅读中鼠标和键盘的使用带给学生的便利更多,对阅读的帮助更大[34]。在本研究中 iReader 条件也许正是由于缺少手部的感官体验才造成了认知地图中阅读的迁移效果的构建或提取失败。

然而认知地图机制在认知负荷、视觉疲劳、阅读速度上却得到了证实。根据认知地图机制,人们在阅读时会通过阅读页面中空间信息的分布来构建大脑中相关知识的心理地图[18]。纸质阅读环境中有丰富的背景信息,在阅读时能够促进认知地图的构建,减轻阅读中的认知负荷,缓解视觉疲劳[16-17]。相对而言,电子阅读环境中每个阅读页面所包含的背景线索信息比较缺乏[10],因而不利于进行有效的认知地图构建[15]。且这也与前人在认知负荷[3]、视觉疲劳[1]上的研究结果一致。在本文中 Word 电子阅读环境具有最少的信息标记,因此阅读难度最大,学习者体验到的认知负荷也相对最大,花费的阅读时间也最多,由此学习者也更易产生视觉疲劳。而 iReader 组增多的背景信息标记却有效地减轻了学习者阅读和答题时的认知负荷,缓解了学习者感知到的视觉疲劳。

本研究中也存有两个局限。①研究中使用的实验材料为超过 30 分钟的长时间学习型阅读材料,与小说类阅读材料相比,这些材料的难度更大,需要学习者投入的努力更多,且需要进行长时间注意维持。这就使得研究结论在小说类阅读材料中的推广具有不确定性。虽然也有基于小说[20]和漫画书[18]的研究表明,总体而言,纸质阅读的阅读效率要好于电子阅读。但是未来研究还需注意对阅读材料类型的选取和对比。②研究中的阅读环境都为单任务环境下的阅读,而现实中的阅读环境,特别是电子阅读环境大多为多任务环境下的阅读环境,这种多任务阅读环境对认知负荷和工作记忆的要求更高。因此探索多任务环境下的阅读工具的使用效果也更贴近生活。

电子阅读与工作、学习、生活息息相关,探索电子文本与纸质文本阅读效果差异的作用机制,具有重要意义。研究从阅读媒介机制和认知地图机制的视角出发,通过比较电子阅读与纸质阅读之间阅读效果上的差异,发现:阅读效果同时受阅读媒介和阅读环境中的背景信息标记的影响。纸质阅读环境中的背景信息标记,能够缓解视觉疲劳,降低认知负荷,提高阅读速度;但是阅读效果中的知识理解却更容易受阅读媒介的影响,纸质媒体更利用于知识的理解。

参考文献:

[1] CHANG P C, CHOU S Y, SHIEH K K. Reading performance and visual fatigue when using electronic paper displays in long-duration reading tasks under various lighting conditions [J]. Displays, 2013, 34 (3): 208－214.

[2] MUTER P, MAURUTTO P. Reading and skimming from computer screens and books: the paperless office revisited? [J]. Behaviour &information technology, 1991, 10 (4): 257－266.

[3] NOYES J M, GARLAND K J, ROBBINS L. Paper-based versus computer-based assessment: is workload another test mode effect? [J]. British journal of educational technology, 2004, 35 (1): 111－113.

[4] RICHTER A, COURAGE M L. Comparing electronic and paper storybooks for preschoolers: attention, engagement, and recall [J]. Journal of applied developmental psychology, 2017, 48: 92－102.

[5] 伍德沃斯, 施诺思贝格. 实验心理学 [M]. 曹日昌, 孙国华, 唐钺, 等译. 北京: 北京大学出版社, 2014.

[6] KRUK R S, MUTER P. Reading of continuous text on video screens [J]. Human factors: the journal of the human factors and ergonomics society, 1984, 26 (3): 339－345.

[7] DANEMAN M, CARPENTER P A. Individual differences in working memory and reading [J]. Journal of verbal learning and verbal behavior, 1980, 19 (4): 450－466.

[8] MANGEN A, WALGERMO B R, BRNNICK K. Reading linear texts on paper versus computer screen: effects on reading comprehension [J]. International journal of educational research, 2013, 58(2): 61－68.

[9] KRETZSCHMAR F, PLEIMLING D, HOSEMANN J, et al. Subjective impressions do not mirror online reading effort: concurrent EEG-eyetracking evidence from the reading of books and digital media [J]. PloS one, 2013, 8 (2): e56178.

[10] DILLON A. Reading from paper versus screens: a critical review of

the empirical literature [J]. Ergonomics, 1992, 35 (10): 1297 –1326.
[11] SUBRAHMANYAM K, MICHIKYAN M, CLEMMONS C, et al. Learning from paper, learning from screens: impact of screen reading and multitasking conditions on reading and writing among college students [J]. International journal of cyber behavior, psychology and learning, 2013, 3 (4): 1 –27.
[12] KANG Y Y, WANG M J J, LIN R. Usability evaluation of e-books [J]. Displays. 2009, 30 (2): 49 –52.
[13] MARGOLIN S J, DRISCOLL C, TOLAND M J, et al. E-readers, computer screens, or paper: does reading comprehension change across media platforms? [J]. Applied cognitive psychology, 2013, 27 (4): 512 –519.
[14] SPENCE R. A framework for navigation [J]. International journal of human-computer studies, 1999, 51 (5): 919 –945.
[15] LI L Y, CHEN G D, YANG S J. Construction of cognitive maps to improve e-book reading and navigation [J]. Computers & education, 2013, 60 (1): 32 –39.
[16] JABR F. The reading brain in the digital age: the science of paper versus screens[J]. Scientific American, 2013, 309(5): 48 –53.
[17] CHANGIZI M. The problem with the web and e-books is that there's no space for them [EB/OL]. [2011 –02 –07]. http://www. psychologytoday. com/blog/nature - brain - and - culture/201102/the-problem-the-web-and-e-books-is-there-s-no-space-them.
[18] HOU J, RASHID J, LEE K M. Cognitive map or medium materiality? reading on paper and screen [J]. Computers in human behavior, 2017, 67(2): 84 –94.
[19] GODDEN D R, BADDELEY A D. Context-dependent memory in two natural environments: on land and underwater [J]. British journal of psychology, 1975, 66 (3): 325 –331.
[20] MUTER P, LATR MOUILLE S A, TREURNIET W C, et al. Extended reading of continuous text on television screens [J]. Human factors: the journal of the human factors and ergonomics society, 1982, 24 (5): 501 –508.
[21] 曹永管. 趣味经济学 [M]. 北京: 电子工业出版社出版, 2011.
[22] MAYER R E. Research-based principles for the design of instructional messages: the case of multimedia explanations [J]. Document design, 1999, 1 (1): 7 –19.
[23] KALYUGA S, AYRES P, CHANDLER P, et al. The expertise reversal effect [J]. Educational psychologist, 2003, 38 (1): 23 –31.
[24] 段朝辉, 颜志强, 王福兴, 等. 动画呈现速度对多媒体学习效果影响的眼动研究 [J]. 心理发展与教育, 2013, 29 (1): 46 –53.
[25] MUTER P. Interface design and optimization of reading of continuous text[C] // VAN OOSTENDORP H, DE MUL S. Cognitive aspects of electronic text processing. Norwood: Ablex Publishing, 1996: 161 –180.
[26] KALYUGA S, CHANDLER P, SWELLER J. Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction [J]. Applied cognitive psychology, 1999, 13 (4): 351 –371.
[27] PAAS F G, VAN MERRI NBOER J J. Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks [J]. Educational psychology review, 1994, 6 (4): 351 –371.
[28] JIN BO L, BAI HUA X. Synthetic assessment of cognitive load in human machine interaction process [J]. Acta Psychologica Sinica, 2009, 41 (1): 35 – 43.
[29] 蒋红. 数字阅读能取代纸质阅读吗——基于 36 篇有关信息载体对阅读效果影响研究论文的元分析 [J]. 上海教育科研, 2017(9): 17 –22.
[30] VYGOTSKY L S. Mind in society: The development of higher mental process [M]. Cambridge: Harvard University Press, 1978.
[31] NOYES J M, GARLAND K J. VDT versus paper-based text: reply to Mayes, Sims and Koonce [J]. International journal of industrial ergonomics, 2003, 31 (6): 411 –423.
[32] STANTON N, CORREIA A P, DIAS P. Efficacy of a map on search, orientation and access behaviour in a hypermedia system [J]. Computers & education, 2000, 35 (4): 263 –279.
[33] FORTUNATI L, VINCENT J. Sociological insights on the comparison of writing/reading on paper with writing/reading digitally [J]. Telematics and informatics, 2014, 31 (1): 39 –51.
[34] TAIPALE S. Bodily dimensions of reading and writing practices on paper and digitally [J]. Telematics and informatics, 2015, 32 (4): 766 –775.

作者贡献说明：
段朝辉：负责数据收集、分析和论文撰写；
洪建中：负责理论指导；
王福兴：负责论文实验指导。

Exploring the Effect Mechanism of Different Reading Media on Reading Performance

Duan Zhaohui　Hong Jianzhong　Wang Fuxing
School of Psychology, Centra China Normal University, Wuhan 430079

Abstract: [**Purpose/significance**] The paper aims to explore the effect mechanism of different reading media on reading performace, considering the different influence of electronic reading and paper reading. [**Method/process**] The paper conducted an experiment by setting up three reading conditions: paper book with high background information level (P-book), iReader with medium background information level and Word with low background information level. [**Result/

conclusion] The results showed that readers who used P-book had significantly better performance in transfer test, cognitive load, reading speed and visual fatigue than those who used Word; and they also had significantly better performance in transfer test than those who used iReader. Readers who used iReader had better performance in transfer test, cognitive load, reading speed and visual fatigue than those who used Word, but unfortunately only the difference in reading speed and cognitive load were significant. It is concluded that the reading performance is influenced by both the reading media and the background information in the reading environment. Background cues in paper-based reading environment can relieve visual fatigue, reduce cognitive load and improve reading speed; however, reading comprehension is more likely to be affected by reading media. Paper book is more useful for the knowledge comprehension.

Keywords: paper reading electronic reading reading medium cognitive map comprehension